

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-158781

(43)Date of publication of application : 16.06.1998

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/06

(21)Application number : 08-321881

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 02.12.1996

(72)Inventor : IDOJIRI HIROSHI
HASEGAWA TOYOFUMI

(54) FREE CUTTING STEEL EXCELLENT IN CEMENTED CARBIDE TOOL LIFE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the sticking and deposition of Belag inclusions to and on the edge of a cemented carbide tool used at the time of cutting and to improve tool life by specifying a composition and also controlling the size and amount of distribution of oxide multiple inclusions formed in the material, at the time of manufacturing a free-machining resulfurized steel by continuous casting.

SOLUTION: This steel has a composition consisting of, by mass ratio, 0.01-0.2% C, 0.10-0.60% Si, 0.5-1.75% Mn, 0.005-0.15% P, 0.15-0.40% S, 0.001-0.010% O, 0.005-0.03% Al, 0.003-0.03% N, and the balance Fe with inevitable impurities. Simultaneously, in the steel material of this composition, oxide multiple inclusions having a composition consisting of $m\text{MnO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2$ or $a\text{MnO} \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3$ are contained together with MnS inclusions, and, among the inclusions, those having a composition consisting of 30-65% MnO, 0-30% Al_2O_3 , and 35-60% SiO_2 and also having $\geq 1\mu\text{m}$ width are dispersed by ≥ 5 pieces to 15mm^2 .

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-158781

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月16日

(51) Int.Cl.⁸

C 2 2 C 38/00
38/06

識別記号

3 0 1

F I

C 2 2 C 38/00
38/06

3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-321881

(22) 出願日

平成 8 年(1996)12月 2 日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町 1 丁目 3 番18号

(72) 発明者 井戸 匠 弘

兵庫県神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会
社神戸製鋼所神戸製鉄所内

(72) 発明者 長谷川 豊文

兵庫県神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会
社神戸製鋼所神戸製鉄所内

(74) 代理人 弁理士 明田 莞

(54) 【発明の名称】 超硬工具寿命に優れた快削鋼

(57) 【要約】

【課題】 多種の超硬工具による切削加工において被削性が優れ、超硬工具寿命を大幅に向上させ得る快削鋼を提供する。

【解決手段】 連続鋳造法による快削鋼の化学成分の内、特に、S i、A l を添加し、酸素を抑制して、M n S 系介在物とともに、超硬工具の寿命を向上させるに有効な、M n O₃ ; 3 0 ~ 6 5 %、A l₂ O₃ ; 0 ~ 3 0 %、S i O₂ ; 3 5 ~ 6 0 % からなる特定組成の酸化物系複合介在物を生成させた快削鋼である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続铸造法により製造される快削鋼であつて、質量%にて、C；0.01～0.2%、Si；0.10～0.60%、Mn；0.5～1.75%、P；0.005～0.15%、S；0.15～0.40%、O；0.001～0.010%、Al；0.005～0.03%、N；0.003～0.03%、を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、MnS介在物とともに、 $m\text{MnO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2$ あるいは $a\text{MnO} \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる組成の酸化物系複合介在物を有し、該酸化物系複合介在物のうち、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35～60%なる組成で、かつ幅 $1\mu\text{m}$ 以上のものを、 15mm^2 の範囲に5個以上含有することを特徴とする、超硬工具寿命に優れた快削鋼。

【請求項2】 連続铸造法により製造される快削鋼であつて、質量%にて、C；0.01～0.2%、Si；0.10～0.60%、Mn；0.5～1.75%、P；0.005～0.15%、S；0.15～0.40%、O；0.001～0.010%、Al；0.005～0.03%、N；0.003～0.03%、を含有するとともに、Pb、Bi、Teの内から少なくとも一種以上を、合計量で0.05～0.4%含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、MnS介在物とともに、 $m\text{MnO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2$ あるいは $a\text{MnO} \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる組成の酸化物系複合介在物を有し、該酸化物系複合介在物のうち、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35～60%なる組成で、かつ幅 $1\mu\text{m}$ 以上のものを、 15mm^2 の範囲に5個以上含有することを特徴とする、超硬工具寿命に優れた快削鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、連続铸造法による被削性に優れた快削鋼で、特に多種の超硬工具に対し工具寿命が優れた快削鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、AISI1111系、12系系の硫黄快削鋼、および11L系系、12L系系の硫黄鉛快削鋼は、圧延後引き抜き加工した磨棒鋼として自動旋盤切削用に供される。このような従来の快削鋼は、特公昭59-19182号、特開昭62-23970号、の各公報などに示される通り、高速度鋼工具による被削性を良好にするため、鋼中へのSi、Alなどの脱酸力の強い元素の添加を極力抑えて鋼中の鋼のMnSの形状を大きく、かつ丸くしており、高速度鋼工具の寿命と鋼の仕上げ面粗さ等の被削性が優れている。

【0003】近年、これら11系系、12系系快削鋼の切削加工は、高速自動旋盤の普及によって、高速度鋼工具に代わり超硬工具により、しかも高速切削加工さ

れる例が増えつつある。

【0004】超硬工具による切削加工において、被削性、特に超硬工具寿命が優れた快削鋼は、既に本願発明者らが、特公平5-51655号で提案している。この技術は、本発明と同じく、超硬工具による高速切削加工における被削性（超硬工具寿命）を改善しようとするもので、前記の通り、従来技術では有害とされていたSiを0.10～0.60%と、より多く添加することにより、被削性を改善しているものである。

【0005】また、更に、特願平7-209629号で、特に多種の超硬工具による高速切削加工における被削性（超硬工具寿命）を改善するために、Tiを添加することにより被削性を改善しているものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、最近において、機械部品の切削加工分野はますます高速化、高精度化し、また使用される超硬工具も多様化している。より具体的には、自動旋盤切削用に供される前記AISI1111系、12系系の硫黄快削鋼、および11L系系、12L系系の硫黄鉛快削鋼は、通常100m/min.以下の低速で切削される。しかし最近では、生産性向上を目的に、超硬工具を用い、100m/min.を超える高速域でも切削されるようになってきた。また、用途も、OA機器部品素材などが増加し、これらの材料には切削加工後の仕上げ面粗さに対する要求が、他より厳しく、高精度のものが要求される。

【0007】これに対して、前記超硬工具用の従来鋼では、工具寿命や、被削性が充分とはいえず、これら特性のより優れた快削鋼が望まれている。超硬工具寿命を向上させる方法として、機械構造用鋼中にCa酸化物系介在物を存在させる方法も知られているが、これは超硬工具材種がP種系の場合にのみ効果が発揮されるもので、K種系の超硬工具に対しては、工具寿命改善効果は無い。また、前記介在物形成に必要なCa添加の際の歩留りが悪く、製法上実用的とはいいがたく、更に製造しやすい鋼材が望まれている。

【0008】超硬工具は、一般的に、WC（タングステンカーバイト）、TiC（チタンカーバイト）、TaC（タンタルカーバイト）などの、超硬質かつ高融点粉末を、CoやNiなどの結合金属を用いて焼結することにより得られる。この内、K種系超硬工具はWC-Co系、P種系超硬工具はWC-TiC-(TaC)-Co系であつて、K種系超硬工具は機械的な損傷に強く、P種系超硬工具は耐熱性および対溶着性に優れ、熱的な損傷に強いなど、各々の機械的性質乃至特性はかなり異なっている。また、超硬工具としては、TiNやTiCN等の硬質皮膜をハイスなどの表面に被覆した超硬コーティング工具などもあるため、これら特性の異なる超硬工具全てに対応して、超硬工具寿命を向上させることは、かなり困難な課題である。

【0009】従って、本発明は、前記従来技術の問題点に鑑み、特に、現在使用されている多種の超硬工具による切削加工に対応して、被削性が優れ、超硬工具寿命を大幅に向上させ得る快削鋼を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的のため、本発明では、快削鋼の化学成分を、質量%にて、C；0.01～0.2%、Si；0.10～0.60%、Mn；0.5～1.75%、P；0.005～0.15%、S；0.15～0.40%、O；0.001～0.010%、Al；0.005～0.03%、N；0.003～0.03%、を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる鋼組成とし、更に、鋼中の介在物を、MnS介在物とともに、 $m\text{MnO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2$ あるいは $a\text{MnO} \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる組成の酸化物系複合介在物とし、更に、該酸化物系複合介在物のうち、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35～60%なる組成で、かつ幅 $1\mu\text{m}$ 以上のものを、 15mm^2 の範囲に5個以上含有させる。

【0011】特に、前記多種の超硬工具にて切削する上で、被削性、特に超硬工具寿命を向上させる鋼中の酸化物系介在物組成および介在物量については、本発明以前に、必ずしも充分解明されていなかった。この点、本発明者らは、後述する通り、鋼中の $m\text{MnO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2$ あるいは $a\text{MnO} \cdot b\text{SiO}_2$ なる組成の酸化物系複合介在物が、超硬工具の材種に関わらず、超硬工具のすくい面にベラーグ（酸化物）として付着し、超硬工具の切削寿命を大幅に向上させることを知見した。また、この特定の組成の酸化物系複合介在物を生成させるためには、鋼にSi、Alを添加するとともに、鋼中の酸素の抑制が必要であることも知見して本発明をなしたものである。

【0012】超硬工具のすくい面に、本発明酸化物系複合介在物が、ベラーグ（酸化物）として、工具刃先部に付着堆積すると、これら堆積物が被削材と工具との直接接触を防止し、工具の磨耗を抑制することにより、超硬工具の切削寿命を大幅に向上させる。このベラーグが工具刃先部に付着堆積する条件は、切削時に工具刃先温度が鋼中の酸化物の融点近傍になることが必要である。この点、本発明酸化物系複合介在物の融点は、工具刃先温度に適合しており、ベラーグを生成しやすいものと推考される。

【0013】したがって、本発明は、鋼中への添加が困難等の問題を有するCaなど特別な被削性向上元素を添加せずとも、言い換えると、快削鋼の製造法を大幅に変えずとも、超硬工具の切削寿命を大幅に向上させることができる。

【0014】また、本発明では、更なる切削性向上のため、更に、被削性向上元素である、Pb、Bi、Teの

内から少なくとも一種以上を、合計量が0.05～0.4%の範囲で含有させることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明における化学成分の限定理由について説明する。Cは、切削部品として本発明鋼の最低要求強度 580N/mm^2 以上を確保するための必須の元素であり、その効果を発揮するためには、0.01%以上の含有が必要である。しかし、0.2%を超えて過多に含有すると、鋼がロックウェル硬度でHRC30以上に硬くなりすぎ、工具寿命を劣化させる。したがって、Cの含有量は0.01～0.2%の範囲とする。

【0016】Siは、鋼溶製時に脱酸剤として作用し、また、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35～60%なる特定の組成を有する酸化物系複合介在物を形成して、本発明鋼の超硬工具に対する被削性を改善するために必須の元素である。その効果を発揮するためには、0.10%以上の含有を必要とする。しかしながら、0.60%を超えて過多に含有すると、鋼中に硬質の SiO_2 単独の介在物が多量に生成し、工具寿命を劣化させる。したがって、Siの含有量は0.10～0.60%の範囲とする。

【0017】Mnは、本発明鋼の被削性の保持に最低必要なMnSを生成させるとともに、SiやAlとともに、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35～60%なる特定の組成を有する酸化物系複合介在物を形成して、本発明鋼の超硬工具に対する被削性（超硬工具寿命）を改善するために必須の元素である。また、被削性に有害なFeSの生成を抑制し、Cと同様に鋼の強度を確保するためにも必須の元素である。これらの効果を発揮するためには、0.50%以上の含有が必要であるが、1.75%を超えて含有すると、ペーナイトを生成し、超硬工具寿命の劣化を招くことになる。したがって、Mnの含有量は0.50～1.75%の範囲とする。

【0018】Pは、本発明鋼の切削仕上げ面を改善するために必須の元素であり、その効果を発揮するためには、0.005%以上の含有が必要である。しかし、0.15%を越えて含有すると、鋼のフェライト部分が硬くなり、超硬工具寿命の劣化を招くことになる。したがって、Pの含有量は0.005～0.15%とする。

【0019】Sは、本発明鋼の被削性の保持に最低必要なMnSを生成させ被削性を改善させるために必須の元素であり、その効果を発揮するためには、0.15%以上の含有が必要である。しかし、0.40%を超えて含有すると、熱間脆性を著しく熱間圧延などによる製造を困難とする。したがって、Sの含有量は0.15～0.40%とする。

【0020】Alは、SiやMnとともに、MnO；30～65%、 Al_2O_3 ；0～30%、 SiO_2 ；35

～60%なる特定の組成を有する酸化物系複合介在物を形成して、超硬工具の被削性（超硬工具寿命）を改善させるために必須の元素である。また、Alは、Siと同様、鋼溶製時に脱酸剤としても作用する。この効果を発揮するためには、0.005%以上の含有を必要とするが、一方で0.03%を超えて含有すると、鋼中にAl₂O₃が生成して、却って被削性に悪影響を与える。したがって、Alの含有量は0.005～0.03%の範囲とする。

【0021】Oは、MnO；30～65%、Al₂O₃；0～30%、SiO₂；35～60%なる特定の組成を有する酸化物系複合介在物を形成して、本発明鋼の被削性を改善させるために、0.001%以上の含有を必要とする。しかし、一方で0.010%を超えて多量に含有すると、前記酸化物系複合介在物が形成されずに、Al₂O₃等の大きな酸化物介在物が形成されて、被削性に悪影響を与えるとともに、機械部品としての内部品質を劣化させる。したがって、Oの含有量は0.001～0.010%の範囲とする。

【0022】Nは、切削加工時の構成刃先の生成量低下に効果がある元素で、その効果を発揮するためには、0.003%以上の含有が必要である。一方、0.03%を超えて多量に含有すると、表面疵が多くなり、強度が高くなりすぎる。したがって、Nの含有量は0.003～0.03%の範囲とする。

【0023】Pb、Bi、Teは、本発明鋼の被削性をより向上させたい時に、単独乃至複合して添加する選択元素である。被削性向上効果を発揮させるためには、単独乃至合計量で0.05%以上の添加が必要であるが、0.4%を超えて含有すると、製造時に偏析して、鋼の歩留りを悪化させる。したがって、Pb、Bi、Teの単独乃至合計での含有量は0.05～0.4%の範囲とする。

【0024】次に、本発明の酸化物系複合介在物について説明する。本発明では、mMnO・nAl₂O₃・pSiO₂あるいはaMnO・bSiO₂なる組成の酸化物系複合介在物のうち、MnO；30～65%、Al₂O₃；0～30%、SiO₂；35～60%なる特定組成の酸化物系複合介在物で、かつ幅1μm以上のものの個数が、15mm²の範囲に合計5個以上含有することが必要である。これにより、前記特定組成の酸化物系複合介在物が、工具すくい面にベラークとして付着し、超硬工具の切削寿命を大幅に向上できる。

【0025】まず、本発明の酸化物系複合介在物の組成について、図1に示すMnO-Al₂O₃-SiO₂の3元状態図において、本発明の酸化物系複合介在物の組成の規定のうち、mMnO・nAl₂O₃・pSiO₂あるいはaMnO・bSiO₂なる組成の規定は、図1の状態図中に示される、全ての組成を一般式で示したものである。これに対して、本発明のMnO；30～6

5%、Al₂O₃；0～30%、SiO₂；35～60%なる特定酸化物の組成の規定は、図1の状態図中のハッチングで示した領域の組成の酸化物である。

【0026】鋼中の酸化物系複合介在物が、切削中にベラークとして工具刃先部に付着堆積する条件は、前記した通り、切削時に工具刃先温度が鋼中の酸化物の融点近傍になることが必要である。この点、本発明酸化物系複合介在物の融点は、工具刃先温度に適合しており、ベラークを生成しやすい。例えば、特定した組成のうち、MnOが30%未満あるいは60%を超える、Al₂O₃が30%を超える、SiO₂が35%未満あるいは60%を超えると、酸化物系複合介在物の融点が高くなるなど、工具刃先温度に適合しなくなり、工具すくい面にベラークとして付着しにくくなって、超硬工具の切削寿命向上効果が無くなる。

【0027】つぎに、本発明の酸化物系複合介在物の形状と個数について、図2に、本発明における酸化物系複合介在物の顕微鏡写真（倍率400倍）を図面化したものを示す。図2（a）は、39～58% MnO・57～40% SiO₂・4～2% Al₂O₃なるSi-Mn系組成、（b）は、17～18% MnO・36～37% SiO₂・42～44% Al₂O₃なるSi-Mn-Al系組成、（c）は比較のための、7～13% MnO・41～43% SiO₂・0～17% Al₂O₃・12～49% MgOなるSi-Mn-Al-Mg系組成の酸化物系複合介在物である。なお、組成（mass%）は、成分分析可能な電子顕微鏡であるEPMA（Electron Probe Micro Analyzer）により、400倍に拡大した際の、幅が1μm以上の介在物を同じ系の複数の介在物サンプルを組成分析した結果から、各々の酸化物の最小と最大の量を選択したものを示している。

【0028】図2（a）、（b）の本発明酸化物系複合介在物は、紐状に細長く延伸しているが、この介在物の幅も、超硬工具寿命向上に影響する。酸化物系複合介在物の幅が大きい（広い）ほど超硬工具寿命向上に寄与する。この効果を発揮する幅の下限値は、1μmであって、これより小さい（狭い）ものは超硬工具寿命向上に寄与しない。しかも、介在物の幅が狭くなるほど、鋼の異方性（圧延方向と直角方向の特性で、伸び、衝撃値などの延性、靱性）が大きくなる問題がある。なお、本発明で言う介在物の幅とは、介在物の平均幅である。

【0029】また、本発明では、幅1μm以上の前記特定組成の酸化物系複合介在物の個数も規定する。前記特定組成の酸化物系複合介在物の個数が15mm²の範囲に合計5個未満であると、酸化物系複合介在物の絶対数（量）が少なくなり、工具すくい面にベラークとして付着しにくく乃至付着量が減って、結果、超硬工具の切削寿命向上効果が無くなる。

【0030】本発明の酸化物系複合介在物を前記特定組成の範囲内とするためには、各構成元素を前記所定の含有量の範囲とする他、連続製造により鋼を製造すること

が望ましい。造塊法のように鑄造時の冷却速度が遅い場合、本発明の酸化物系複合介在物が形成されずに、 Al_2O_3 、 SiO_2 等の大きな硬質の介在物が形成され、 MnS 系の介在物も粗大となって、被削性を害する。これに対し、連続鑄造により鋼を製造すると、鑄造時の冷却速度が速いので、 Al_2O_3 、 SiO_2 等の硬質介在物を小型化でき、更に電磁攪拌を使用することにより、これら硬質介在物を浮上分離することができる。

【0031】

【実施例】以下、具体的な実施例を用いて、本発明を更に説明する。表1、2に示した化学成分を有し、連続鑄造により溶製した鋼を、22mmφ×3mの棒鋼に熱間圧延し供試材とした。表1、2において、1～11は本発明鋼であり、12～22は比較鋼である。なお表2の比較鋼15のみは造塊材である。

【0032】これらの棒鋼について、含まれる酸化物系複合介在物の組成と個数について、棒鋼圧延方向、縦断面表面、D/8、D/4部の合計4か所をサンプリングし、EPMAにより、400倍に拡大した際の、幅の平均が1μm以上の介在物を分析した。この結果を、表1、2に合わせて示す。なお、表1、2に示す酸化物系複合介在物の組成はmass%である。

【0033】また、これらの棒鋼を、超硬工具(P10)、超硬コーティング工具(TiNコーティング)、サーメット工具、およびセラミック工具(Al_2O_3 +TiC)の各工具にて、表4の条件で切削した時の工具

寿命を、表3に示す。更に、棒鋼の内部品質を評価するために、棒鋼2tずつを超音波探傷検査を行い、150μm以上の Al_2O_3 等の巨大介在物の有無を調査した。巨大介在物が無い場合を○無い場合を×として表3、4に示す。

【0034】表3から分かる通り、本発明鋼は比較鋼に比して、各種超硬工具およびその他のサーメット工具やセラミック工具に対し、いずれも被削性(各工具、特に超硬工具寿命)が優れている。例えば、本発明鋼1～3は同系の成分を有する比較鋼12～14に比して、いずれも被削性が優れている。比較鋼が本発明鋼に比して被削性に劣るのは、比較鋼12はC量が過多であり、13はSi量が少なすぎ、いずれも本発明酸化物系複合介在物が少なくなっているためであり、14は、S量が少なく、 MnS 系介在物が少なくなっているためである。また、本発明鋼4、5は、同系の成分を有する従来鋼15、16に比して、超硬工具寿命が優れている。従来鋼15は造塊材であり内部品質が本発明鋼より劣り、16はAl量が少なすぎ、本発明酸化物系複合介在物が少なくなっているためである。更に、本発明鋼6～11は、それぞれ対応する従来鋼17～22と、同系の快削性元素を有するものであるが、従来鋼17～22は、いずれも、本発明酸化物系複合介在物個数が少なく、本発明鋼6～11より超硬工具寿命が短い。

【0035】

【表1】

No.	化 学 成 分 (mass%)									酸化物系複合介在物				備考
	C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	その他	MnO	Al_2O_3	SiO_2	個数	
1	0.08	0.21	1.09	0.075	0.320	0.005	0.0050	0.0054		55	3	40	8	発 明 鋼
2	0.12	0.20	1.05	0.070	0.338	0.006	0.0038	0.0072		55	5	45	15	
3	0.07	0.19	1.11	0.077	0.321	0.019	0.0045	0.0060		60	2	40	18	
4	0.10	0.20	1.13	0.073	0.327	0.010	0.0055	0.0071		63	3	38	14	
5	0.08	0.17	1.08	0.075	0.323	0.009	0.0042	0.0063		42	5	58	11	
6	0.09	0.20	1.11	0.074	0.325	0.006	0.0050	0.0074	Pb:0.21	65	20	40	14	
7	0.08	0.20	1.02	0.080	0.323	0.009	0.0045	0.0063	Bi:0.12	65	25	40	7	
8	0.07	0.21	1.05	0.086	0.328	0.012	0.0051	0.0074	Te:0.05	55	15	40	13	
9	0.08	0.22	1.09	0.072	0.319	0.015	0.0052	0.0081	Pb:0.19, Bi:0.11	60	10	40	15	
10	0.09	0.22	1.10	0.075	0.315	0.007	0.0046	0.0073	Pb:0.15, Te:0.04	50	10	50	13	
11	0.10	0.23	1.09	0.085	0.317	0.015	0.0043	0.0085	Bi:0.12, Te:0.06	55	5	48	9	

(*酸化物系複合介在物組成はmass%)

【0036】

【表2】

No	化 学 成 分 (mass%)									酸化物系複合介在物				備考
	C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	その他	H ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	個数	
12	0.24	0.20	1.08	0.072	0.315	0.009	0.0065	0.0050		25	35	80	11	比較鋼
13	0.09	0.005	1.07	0.075	0.330	0.010	0.0040	0.0076		80	55	25	0	
14	0.10	0.22	1.16	0.074	0.090	0.013	0.0052	0.0063		80	75	25	14	
15	0.08	0.19	1.17	0.075	0.326	0.015	0.0053	0.0071		85	75	25	13	
16	0.09	0.16	1.07	0.084	0.325	0.001	0.0050	0.0054		90	80	20	2	
17	0.08	0.22	1.10	0.071	0.328	0.009	0.0054	0.0055	Pb:0.24	100	65	0	1	
18	0.09	0.19	1.11	0.074	0.317	0.012	0.0051	0.0061	Bi:0.11	100	70	0	2	
19	0.10	0.22	1.08	0.085	0.325	0.011	0.0049	0.0079	Te:0.04	70	70	30	2	
20	0.11	0.23	1.10	0.075	0.327	0.009	0.0047	0.0073	Pb:0.20, Bi:0.11	80	70	25	1	
21	0.09	0.21	1.11	0.076	0.316	0.013	0.0055	0.0079	Pb:0.17, Te:0.05	85	80	15	0	
22	0.09	0.18	1.09	0.081	0.317	0.015	0.0043	0.0084	Bi:0.12, Te:0.07	80	65	25	2	

(*酸化物系複合介在物組成はmass%)

【0037】

【表3】

No	工 具 寿 命 (分)				内部品質	備考
	超硬工具	超硬セラミックス工具	サーメット工具	セラミック工具		
1	83	275	350	850	○	発明鋼
2	89	285	390	980	○	
3	135	340	430	1100	○	
4	115	320	395	1050	○	
5	93	285	390	970	○	
6	155	380	480	1480	○	
7	160	390	550	1620	○	
8	140	350	435	1250	○	
9	205	480	650	1980	○	
10	190	450	590	1800	○	
11	185	400	575	1700	○	
12	30	135	150	430	○	比較鋼
13	19	35	40	65	○	
14	105	155	400	950	○	
15	100	290	370	950	×	
16	50	100	150	350	○	
17	75	110	165	250	○	
18	30	50	120	140	○	
19	15	50	95	135	○	
20	45	80	150	210	○	
21	35	65	100	120	○	
22	20	35	75	95	○	

【0038】

【表4】

	工具寿命 (分)			
	超硬工具	超硬合金工具	サメット工具	セラミック工具
切削速度 (m/min)	200	200	200	300
送り (mm/rev)	0.25	0.25	0.25	0.25
切込み (mm)	1.5	1.5	0.5	0.5
油	なし	なし	なし	なし
工具寿命 (min)	0.2	0.2	0.2	0.2

【0039】

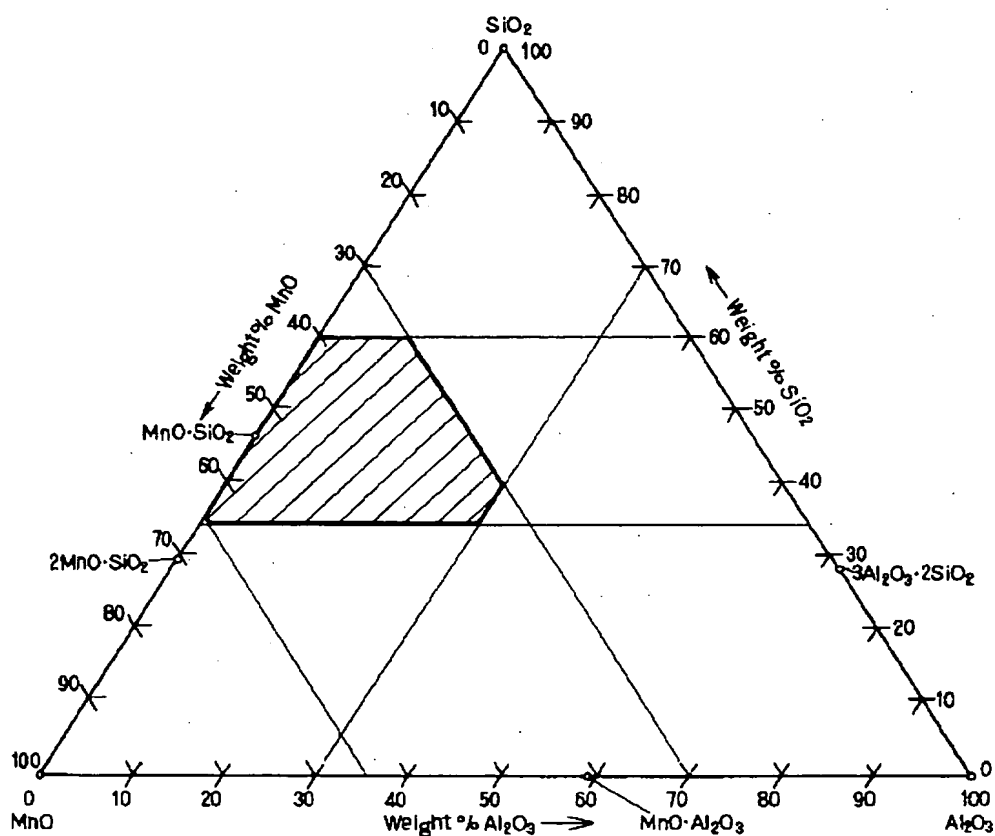
【発明の効果】本発明によれば、多種の超硬工具による切削加工において被削性が優れ、各々の超硬工具寿命を大幅に向上させ得る快削鋼を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の酸化物系複合介在物の組成を示す、 $MnO-Al_2O_3-SiO_2$ の3元系状態図である。

【図2】本発明の酸化物系複合介在物の顕微鏡写真を図面化したものを示す、説明図である。

【図1】



【図 2】

